

## ЗД-2. ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ЦИНКА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОКСИАПАТИТА

И. В. Жук, А. С. Гигилев, Н. М. Коротченко

Томский государственный университет, 634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36

E-mail: asgigilev@gmail.com

Гидроксиапатит –  $\text{ГА}$ ,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  – является неорганическим компонентом натуральных костной и зубной тканей и проявляет свойства биологической совместимости, активно стимулируя рост новых клеток. В то же время существует необходимость в улучшении физико-химических, биологических, механических свойств  $\text{ГА}$ . В кристаллической структуре природного  $\text{ГА}$  содержится большое количество различных элементов:  $\text{K}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{C}$  и др. Содержание примесных элементов, составляющих, как правило, не более 5 % (мол. дол.), определяет важные физико-химические, биологические, механические и другие функциональные свойства  $\text{ГА}$ . Для улучшения имеющихся у гидроксиапатита свойств и придания ему новых специфических свойств можно использовать химическое модифицирование, в частности катионные замещения кальция.

Особый интерес представляют образцы гидроксиапатита, содержащие ионы цинка ( $\text{ZnГА}$ ), что связано с их биологической ролью и функциями, которые они выполняют в организме человека. Цинк играет важнейшую роль в процессах регенерации кожи, роста волос и ногтей, участвует в синтезе коллагена и в формировании костной ткани. Известна также и бактериальная активность цинка.

Нами исследованы состав, морфология, биомиметические и антибактериальные свойства цинксодержащего гидроксиапатита.

Проведен микроволновый синтез цинксодержащего  $\text{ГА}$  с различными мольными соотношениями  $\text{Ca/Zn}$ . Качественный состав образцов  $\text{ZnГА}$  проанализирован методами РФА, ИК-спектроскопии, РСМА. Показано, что основной фазой во всех образцах является гидроксиапатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  гексагональной сингонии. В ИК-спектрах полученных образцов  $\text{ZnГА}$  присутствуют все моды колебаний, характерные для незамещенного  $\text{ГА}$ . По данным РСМА распределение элементов, в том числе модифицирующих ионов, по поверхности образцов происходит равномерно, локальные неоднородные зоны отсутствуют. Мольное соотношение  $(\text{Ca} + \text{Zn})/\text{P}$  в образцах находится в пределах 1,66–1,77, что практически соответствует стехиометрическому значению (1,67).

Анализ параметров микроструктуры выделенных порошков методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) показал, что модифицирование  $\text{ГА}$  ионами  $\text{Zn}^{2+}$  способствует увеличению размеров его частиц. По данным метода БЭТ при этом также наблюдается увеличение размера частиц, среднего размера пор образцов и уменьшение площади их удельной поверхности.

Дана количественная оценка биомиметических свойств – способности  $\text{ZnГА}$ -подложек формировать на своей поверхности кальций-фосфатный слой из модельного SBF-раствора при 37 °С. Адсорбция ионов кальция и магния на поверхности  $\text{ZnГА}$ -подложек идет в большей степени, чем на поверхности подложек из немодифицированного  $\text{ГА}$ . Биотестирование образцов  $\text{ZnГА}$  методом Коха показало, что они оказывают стойкое ингибирующее действие при непосредственном контакте с клетками биосреды.

Полученные экспериментальные данные могут использоваться при синтезе биоактивных, биосовместимых материалов, содержащих  $\text{ZnГА}$  и обладающих антибактериальными свойствами. Результаты работы могут найти применение в различных областях медицины при создании материалов для костной имплантации.

*Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 17-03-00698\18).*